

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04046284 A**(43) Date of publication of application: **17.02.92**

(51) Int. Cl

F16K 31/385**F16K 31/08**(21) Application number: **02154531**(71) Applicant: **TEXAS INSTR JAPAN LTD**(22) Date of filing: **12.06.90**(72) Inventor: **KASAI HITOSHI**

(54) VALVE DEVICE

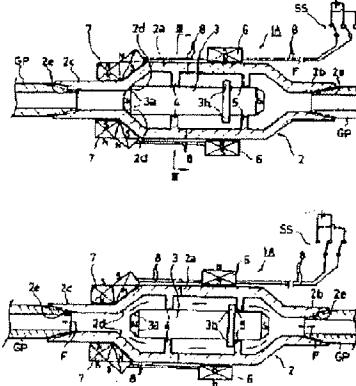
(57) Abstract:

PURPOSE: To produce a valve device from which fluid does not leak outward even in a case of long-term use by forming a movable valve body made of permeability material so as to abut on a valve seat in a valve device body and to separate from it according to magnetic relation between the valve body and a magnet body.

CONSTITUTION: A central part of a valve device body 2 is provided with a large diameter part 2a, and both the sides of upstream and downstream of the body 2 with small diameter parts 2b, 2c respectively. An electromagnet 6 is provided outside at the upstream side of the large diameter part 2a, and an electromagnet 7 is done from the tip on the downstream side to the small diameter part 2c on the downstream side, and both their coils are wound in mutually reverse directions to have inverse polarity on a side opposite to the body 2 of the electromagnets 6, 7. A movable valve body 3 made of a rod-shaped permanent magnet is enclosed in the large diameter part 2a, and its upstream side is set to be a S-pole, and its downstream side is done to be a N pole. When the N pole of the electromagnet 6 draws the S pole of the movable valve body 3, the S pole of the electromagnet 7 draws the N pole of the movable valve body 3 to position it on the downstream side of the large diameter part 2a, the conduction of fluid F is

stopped. On the other hand, when the positive and negative of a power source are inversely changed, the movable valve body 3 springs back to move toward the upstream side of the large diameter part 2a, the fluid F is conducted in a direction denoted by an arrow.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio



⑯ 公開特許公報 (A) 平4-46284

⑯ Int. Cl. 5
F 16 K 31/385
31/08識別記号 庁内整理番号
Z 7001-3H
8512-3H

⑯ 公開 平成4年(1992)2月17日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全10頁)

⑭ 発明の名称 弁装置

⑯ 特 願 平2-154531
⑯ 出 願 平2(1990)6月12日⑯ 発明者 笠井 仁 沢城県稻敷郡美浦村木原2355 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社内
⑯ 出願人 日本テキサス・インスツルメンツ株式会社 東京都港区北青山3丁目6番12号 青山富士ビル
⑯ 代理人 弁理士 逢坂 宏

明細書

I. 発明の名称
弁装置

II. 特許請求の範囲

1. 弁装置本体と、

透磁性材料からなり、前記弁装置本体内に封入された可動弁体と、

この可動弁体を運動させるための磁石体とを有し、前記可動弁体と前記磁石体との磁気的相互関係により、前記弁装置本体内に設けられた弁座部に対して前記可動弁体が接当及び離間のいずれかを選択するように構成された弁装置。

III. 発明の詳細な説明

1. 産業上の利用分野

本発明は弁装置に関する。

2. 従来技術

液体又は気体(以下流体と言う)の流れを操作するために弁装置が使用されるが、弁の機能別に概ね、(1)流れを止める、(2)流路を切りかえる、(3)

流れを調節する、(4)圧力を逃がす、の四つに大別され、それぞれの機能に応じて各種の弁がある。

そして、これらの弁装置の全では、弁座から離れ又は接当して流体を通す又は止めるための可動弁体と、この可動弁体の作動手段とが弁棒等を介して機械的に結合されている。このため流体の外部への漏れ防止のためにシール材が用いられている。然しシール材は、弁装置の摺動に伴い、摩耗、衰損により徐々にその機能を失うので定期的に取換え又は補充が不可欠である。また、可動弁体も弁座と共に摩耗し、機能の低下を招き取換えを余儀なくされるものである。以下、従来の弁装置の代表的な数例を列挙する。

第16図はポール弁の一例を示す断面図である。貫通孔33aを有するポール状の可動弁体33は、ハンドル31を90°横方向へ回転させると弁棒32を介して同じ角度回転し、貫通孔33aは仮想線で示す状態となって流路を遮断する。図中、34は弁本体、35はガスケットである。

第17図はニードル弁の一例を示す断面図であ

る。本体44に筒状体46、47が固定され、筒状体47に螺嵌された弁棒42は、ハンドル41を回動させることによって上下動する。したがって弁棒42の先端に連結された針状のステム43が、本体44のノズル部44aを閉塞又は開口させる。図中、45はガスケットである。

第18図はダイヤフラム弁の1例を示す断面図である。本体に筒状体57が螺嵌され、筒状体57に螺嵌された弁棒52は、ハンドル51を回動させることによって上下動する。したがって弁棒52の先端に連結された可動弁体53が、本体54の弁座部54aに接当又は離間して流路を閉塞又は開口させるものである。更にこの弁装置は、本体54と筒状体57との接続をユニオン構造にしてあって、弁棒52と可動弁体53との間に金属製薄板のダイヤフラム56を設け、ダイヤフラム56の周縁部を本体54の組立て時に本体54とそのつば部54bとの間に挟み固定しているので、他の弁装置に比べて液体又は気体の漏れ防止性能が優れ、流れを調節する機能を備えている。図中、

54cは本体のねじ部、59はガスケットである。第19図はベローズ弁の1例を示す断面図である。これも機構的には前記3例と同じく、弁棒62は本体64に螺嵌する筒状体65に螺嵌し、ハンドル61を回動させることによって弁棒62が上下動する。したがって弁棒62の先端に連結された可動弁体63が本体64の弁座部64aに接当又は離れて流路を閉塞又は開口するものであり、前記第18図の例と似ている。ただ、この場合、可動弁体63はベローズ状の金属66を介して弁棒62に取付けられているので、閉塞時にはベローズ66によって可動弁体63が弁座64aに圧設し、閉塞を確定ならしめる。

弁装置には、上記のほか、開閉を遠隔操作で行う電動弁や電磁弁がある。前者は、玉形弁、仕切弁等の弁棒をモータの回転によって上下動させるものであり、後者は玉形弁の弁棒をソレノイド機構によって上下動させるものである。電磁弁は、第20図に示すように、ガスケット78を介して本体74に氣密に固定された蓋76に、筒状鉄芯

とソレノイドとからなる電磁石71が固定されていて、蓋76内に上下動可能に嵌装された弁棒72には可動鉄芯75が取付けられ、弁棒72にはコイルばね77を介して可動弁体(弁押さえ)73が取付けられている。閉塞時にはコイルばね77の付勢力によって可動弁体73が本体74の弁座部74aに接当している。開口時には電磁石71のソレノイドに通電して可動鉄芯75が電磁石71の固定鉄芯内に嵌入して上昇し、これによって可動弁体73がコイルばね74の付勢力に抗して上昇して流体流路が開口する。

以上一般的な数例の弁装置を挙げたが、何れも摺動部の摩耗により生じる粉体や、摺動部に施すグリス等の潤滑剤が流体に混入することにより流体の品質が保てない。また、これらの弁機能が直線的ではなく、流路に曲りを有し、殊に弁体付近に流体の溜り部を有しているため、当該部に前記粉体等の異物が溜る傾向があることや、ガスケットの劣化に伴いシール部や螺合部から若干の流体が外部へ漏れることも避け得ない等の問題がある。

このようにして外部へ漏れる極く僅かな流体も、環境に悪影響を及ぼさない物質であれば問題はないが、有毒ガスや毒性の強い、或いは爆発性のある流体等微微たりとも外部への漏れが許されない物質の場合、従来の弁装置は安全性に問題がある。

ハ. 発明の目的

本発明は、長期間使用しても、外部に流体が漏れることのない弁装置の提供を目的とするものである。

ニ. 発明の構成

本発明は、

透磁性材料からなり、前記弁装置本体内に封入された可動弁体と、

この可動弁体を運動させるための磁石体とを有し、前記可動弁体と前記磁石体との磁気的相互関係により、前記弁装置本体内に設けられた弁座部に対して前記可動弁体が接当及び離間のいずれかを選択するように構成された弁装置に係る。

ホ. 実施例

以下、本発明の実施例を説明する。

第1図及び第2図は弁装置（止め弁）の流体流路に沿う断面図で、第1図は流体の導通が停止している状態を、第2図は流体が導通している状態を夫々示している。第3図は第1図のⅢ-Ⅲ線断面図である。

弁装置本体（以下、単に本体と言う）2は直管形状を呈し、その中央部に大径部2aが設けられ、その上流側には小径部2bが、下流側には小径部2cが夫々設けられている。この例では、小径部2b、2cのサイズは、1/4インチとしているが、そのほか、3/8インチ、1/2インチ等各種の標準規格サイズとすることができます。大径部2aの上流側位置にはこれを囲むように電磁石6が外設され、大径部2aの下流側先端から下流側小径部2cに亘って本体2を囲むように電磁石7が外設されている。電磁石6、7のコイルは互いに逆方向に巻かれてい、電磁石6、7の本体2に対向する側は逆極性になるようにしてある。第1図では、電磁石6の本体2に対向する側がN極に、電磁石7の本体2に対向する側がS極になっている。

大径部2a内には丸棒状の永久磁石からなる可動弁体3が封じ込まれていて、その上流側がS極に、下流側がN極になっている。

以上の各部分によって弁装置1Aが構成される。

第1図では、可動弁体3は、そのS極が電磁石6のN極に引かれ、そのN極が電磁石7のS極に引かれて大径部2aの下流側に位置しており、本体2の内径が大径部2aから小径部2cへと連続的に縮径する縮径部の内周傾斜面2dに可動弁体3の下流側傾斜面3aが強く当るように接当し、両傾斜面2d、3aの接当によって流体Fの導通が停止する。即ち、傾斜面2dは弁座として機能する。

可動弁体3は、大径部2aで2分割された本体2に挿入し、本体2を熔接または螺接で一体にして大径部2aに封入する。本体2は、例えば、可動弁体3を挿入した中子を使用してのインベストメント鋳造法によって最初から一体成形することができる。

両傾斜面2d、3aは、円錐台形の周面にて面

接触して流体Fの導通停止を確実ならしめるため、同じ傾斜角度としてあり、共に鏡面仕上げを施してある。なお、本体2は、耐蝕性に優れかつ透磁性を示す材料からなるものとするのが良く、マルテンサイト系又は析出硬化型ステンレス鋼製とするのが良い。可動弁体3には上記と同様のステンレス鋼、その他の耐蝕性、耐摩耗性に優れる材料の被覆を施すのが良い。なお、傾斜面3aには柔軟性と耐摩耗性とを示すポリイミド樹脂のコーティングを施すのが一層好ましく、この場合は傾斜面3aの鏡面仕上げは省略することも可能である。以上は、後述の第4図以降の例にあっても同様である。

第2図では、切換えスイッチSSによって電源の正負を第1図とは逆に切換えていて、電磁石6の本体2に対向する側がS極に、電磁石7の本体2に対向する側がN極になっている。第2図では、可動弁体3は、そのS極が電磁石6のS極に反発し、そのN極が電磁石7のN極に反発して大径部2aの上流側に移動し、本体大径部2aから内方

に突入するストッパ5に可動弁体3の環状突部3bが接当して可動弁体3が停止する。この状態で可動弁体3は本体2の傾斜面（弁座部）2dから離れ、流体Fが矢印のように導通する。環状突部3bは、切削加工によって可動弁体3に一体に設けるが、丸棒状の可動弁体の周面に溝を削設し、切り口を設けた形状記憶合金製リングを原形復帰させて上記溝に嵌入させ、可動弁体に固定させようにもできる。

電磁石6、7間の配線及び電磁石6と切換えスイッチの間を接続する配線8の大径部2a近くの部分は図示しない綿テープによって大径部2aに固定させる。

可動弁体3が第1図の位置と第2図の位置との間で移動する際に、これを案内するガイド4が本体大径部2aから内方へ向けて設けられている。ストッパ5も同様のガイドとしての機能を併せ持っている。ガイド4及びストッパ5は切削加工によって本体2に一体に設けているが、これらは熔接又は螺接によって本体2に固着させても良い。

溶接又は螺旋による場合は、固着後に仕上げ加工を施す。

以上のような構造とすることにより、弁装置1Aは、切換スイッチSSによる遠隔操作によって流体Fの導通、導通停止が瞬時に切換えられる。その上、可動弁体3は、本体2の外部に露出する接続部分がなくて大径部2a内に封入されているので、流体Fが本体2外に漏れるおそれがなく、流体の種類に関係なく安全が保証される。また、本体を直管状にし、その中心軸線に沿って可動弁体が運動するようにしているので、流体導通時には流体流路が略直線状になって流体の渦みや乱流がなく、流体がスムーズに流れる。

電磁石6、7は、本体2にモールド法によって固定される。但し、モールド材は図示省略してある。なお、必要あれば電磁石6、7はモールド材の外側から磁気シールド材でカバーする。弁装置1A全体を磁気シールド材でカバーしても良い。

本例では、弁装置1Aと管GPとの接続は、管用テープねじ2eの螺旋によっているが、フラン

ジ、溶接によっても良く、その他、例えば、先端のつばと袋ナットとの間のOリング及び袋ナットに螺合する中間の雄ねじ付き管を用いるメカニカルな接続によっても良い。

第4図は、コイルばねを併用したものの要部断面図で、ノーマル閉、作動時開きの弁装置（止め弁）1Bを示す。即ち、コイルばね11により可動弁体3は常時閉じている。電磁石6、7に通電し反発する磁界（二点鎖線で示すN、S）を与えることにより、可動弁体3は二点鎖線矢印のように移動して流路を開放する。また、閉状態で逆電流を通電して上記N、Sとは逆極性にすることにより更に強度の閉塞力を得ることもでき、流路は実線、三点鎖線矢印の如く両方向可能である（後述の第5図～第9図の例にあっても同様）。その他は第1図～第3図の例におけると同様である。

第5図は第4図とは逆のノーマル開、作動時閉の弁装置1Cの第4図と同様の要部断面図である。即ち、コイルばね11により可動弁体3は常時開いている。したがって電磁石6、7に通電して可

動弁体3を吸引する磁界（二点鎖線で示すN、S）を与えることにより可動弁体3は二点鎖線矢印のように移動して流路を遮断するもので流路は両方向可能である。

第6図は電磁石の代りに流出口側のみに環状の永久磁石12を設置した弁装置（止め弁）1Dの要部断面図である。永久磁石12はS極を可動弁体3のN極寄りに配置し、空気圧又は油圧等の媒体によりスライド可能としてあり、自由に制御が可能である。即ち永久磁石12を二点鎖線矢印のようにスライドさせて、可動弁体3のN極を可動弁体3の磁界に入れたり、フリーにしたりすることによって可動弁体3を機能させることができある。そして、流路も両方向可能であり前記ノーマル閉、ノーマル開、及び自由弁としての機能も可能である。

第7図、第8図は前記第4図及び第5図における電磁石6、7の代りに、第6図と同じく環状の永久磁石12を採用した弁装置（止め弁）1E、1Fの要部断面図である。したがって、第7図は

第4図と、第8図は第5図の場合と機能的には同じであるので細部の説明は省略する。

第9図は、逆止弁の機能を付加し、逆止弁として使用するほかに止め弁として使用して意図的に逆止弁の機能を停止することができるようした弁装置1Gの要部断面図である。本例においては電磁石7を本体2の流入口側のみに設け、流出口側には圧力センサー20を設置し、前記電磁石7に対する配線の中間に変換器22及びスイッチ23を配している。電磁石7へ通電していない状態の時は、コイルばね11の力によって可動弁体3は閉塞しているが、流体Fが実線矢印の方向に圧力を伴って流れ、その圧力がコイルばね11の力に打ち勝つと可動弁体3を押し開き同方向へ流体Fが流れる。そして、その流れの圧力が低下し又は逆流（三点鎖線矢印）し始めると、可動弁体3はコイルばね11によって自動的に閉塞して逆止弁として機能する。この原理は従来の逆止弁と変りはない。然し、本例は電磁石7による付加機能をもたらすことにより、スイッチ23を閉じておき、

例えば流体が逆流し始めると圧力センサ20がこれを感知し、変換器22を介して電磁石7を作動させ、電磁石7の吸引力とコイルばね11の力とによって可動弁体3を引寄せ逆止弁の機能を高める働きをする。更に、上記とは反対に、電磁石のN、S極を逆にして可動弁体3を図において右方に移動させ(二点鎖線矢印)、流体Fを実線矢印方向又は三点鎖線矢印方向に流すようにもできる。また、電磁石7に替えて環状永久磁石を使用することもできる。

この例では、圧力センサ20には、長野計器製作所社製ZT21型圧力トランデューサを使用しているが、同社製ZT21型又はその他の適宜の圧力センサを使用して良い。後述の第10図、第12図の例についても同様である。

第10図は、本発明をリリーフ弁(安全弁)1H適用した例を示す要部断面図である。

本例においても同じく、矢印方向の流れる流体の流入口側に電磁石7を流出口側に圧力センサ20を設置し、両者の間に変換器22を配して配

線している。従来のリリーフ弁は流体の圧力が異常に上昇したときに、予め設定した逃げ口のばね力以上の流体の圧力でばねを押開き流体を放出するものである。本例においても機械的な構造原理は従来のそれと同じであるが、電磁石7の併用によりリリーフ弁としての機能を高めることができる。即ち、圧力センサ20が設定圧力以上の圧力を検知すると、変換器22を介して電磁石7に通電し、仮想線で示すようにN極同士の反発によって可動弁体が仮想線矢印のように移動して流体Fが仮想線矢印のように配管外部に放出される。従来のリリーフ弁にあっては、流体の流れに対して、リリーフ弁へ引き込む滞留部を大きくすることが必要であったが、本例では弁座部2dを接続管の直近に設けて滞留部Aを最少限にすることができる。

第11図は、第9図、第10図の電気的接続の概要を示す概略回路図である。第9図、第10図の圧力センサ20に内蔵され、封止樹脂SPで封止された圧電素子PED1は、基準電圧を印加さ

れる比較増幅器30Aにアナログ信号を送り、比較増幅器30Aの出力信号が変換器22に入力し、変換器22のディジタル出力信号によって電磁力7が作動するようにしている。第9図のスイッチ23は、第11図中に仮想線で示してある。

第12図は、本発明を圧力調整弁11に適用した例を示す要部断面図である。

本例においては、第1図と同様の電磁石6、7の配置に加え、流体の流入口側に圧力センサ21を流出口側に圧力センサ20を設置して、双方の配線の間に演算器26を電源24から電磁石6、7への配線の間に電圧調節器25を配して演算器26とも結んでいる。これによって流入口側の流体F1の圧力と流出口側の流体F2の圧力を検知し、電磁石6、7への電流を調節して可動弁体3の位置を制御することにより、流出口側の流体F2の圧力を一定にするように制御している。

第13図は第12図の電気的接続の概要を示す概略回路図である。第12図の圧力センサ20の圧電素子PED1及び圧力センサ21の圧電素子

PED2の出力は、夫々比較増幅器30A、30Bに入力し(以上、第11図におけると同様)、比較増幅器30A、30Bの出力が演算器26に入力し、これによって前述のような制御がなされる。

従来の圧力調整には、ばねと金属薄板とを使用した機械的構造の圧力調整弁を使用する機構、又はマスフローコントローラ若しくは従来の圧力調整弁に圧力センサと演算器を組合せた機構が採用されていた。これらは、いずれも、可動弁体に接続する部品が弁外部に露出していて長期間の使用中に漏れが起るという問題、流体流路が複雑に屈曲して流体の渦みや乱流が避けられぬという問題があった。この例にあっては、これらの問題が解消される。

第15図はCVD(化学的気相成長)装置の配管に本発明に基づく弁装置を使用した例を示す概略図である。

CVD装置27は、石英製の反応管27A、その後端部27Abと摺合せによって気密に接続する接続部27Bbを有する石英製のキャップ

27日、及び被処理物を高周波加熱するためのコイル28からなっている。反応管27Aのガス導入部27Aaには、モノシリラン(SiH₄)ガス、酸素(O₂)及びキャリアガスとしての窒素(N₂)が並列に導入される。各ガスは、第12図の圧力調整弁11、流量計FM及び第4図の弁装置1Bを順次経由して圧力を調整されながらガス導入部27Aaに導入される。反応管27A内には被処理物としてのウエハWを載置してこれを加熱するためのサセプタ29がウエハと共に装入され、コイル28への通電によってサセプタ29が高周波加熱されこれによってウエハWが昇温する。そしてモノシリランと酸素とが反応してシリカ(SiO₂)の被膜がウエハWの表面に堆積、形成される。CVD処理に供されたガスQは、キャップ27Bの排気管27Baを経由して図示しないタンクに収容される。

モノシリランは、有毒でかつ爆発性が極めて強いガスであるので、各装置外に漏れることは絶対に許されない。この例では、各導入ガスは、前述し

た第12図の圧力調整弁11及び第4図の弁装置1Bを使用しているので、長期間使用しても外部に漏れることなく、安全かつ確実にCVD処理が遂行される。弁装置1Bに替えて、第1図～第3図の弁装置1A、第5図～第9図の弁装置1C、1E、1F、1Gを使用して良いことは言う迄もなく、安全のために第10図のリリーフ弁1Hを併用することもできる。但し、リリーフ弁1Hを併設する場合は、少なくともモノシリランの排気ガスは大気中に放出することなく、タンクに収容させる必要がある。

以上、本発明の実施例を説明したが、上記各例における電磁石又は永久磁石の配置や形状等は、本発明の技術的思想に基づいて、他の各種の態様が可能である。例えば、電磁石又は永久磁石による本体への配置や形状も第14A図、第14B図、第14C図、第14D図のようにすることもでき、これ以外のものも採り得る。又弁の機能を前記以外のものと組合せて多機能の弁装置とすることも可能である。これらの図中、29A、29B、

29C、29Dは電磁石又は永久磁石であり、これらの図ではこれら磁石、本体及び可動弁体のみを図示している。

以上、本発明の実施例を説明したが、本発明の技術的思想に基いてこれらの実施例に種々の変形を加えることができる。例えば、可動弁体が本体の弁座部と接当する接当面の形状は、円錐台形面のほか、球面その他の適宜の形状の面であって良く、球面と円周との線接触としても良い。そのほか、可動弁体を案内するガイドは、可動弁体側に設けることもできる。本体、可動弁体の形状も他の適宜の形状とすることもできる。

ヘ. 発明の効果

本発明は、弁装置本体に封入され、透磁性材料からなる可動弁体が、磁石体との磁気的相互関係によって弁装置本体内の弁座部に対して接当又は離間するようにしているので、可動弁体には弁装置外部に露出する附属部品を必要とせず、従って、このような附属部品と弁装置本体との間から流体が弁装置外部に漏れることがない。その結果、毒

性や爆発性のある流体の配管に長期間使用して漏れが起らず長期間に亘って安全が保証される。

IV. 図面の簡単な説明

第1図～第15図は本発明の実施例を示すものであって、

第1図は止め弁の流体流路閉塞時の断面図、

第2図は同流体流路開口時の断面図、

第3図は第1図のⅢ-Ⅲ線断面図、

第4図は他の例による止め弁の流体流路閉塞時の断面図、

第5図は同流体流路開口時の断面図、

第6図は更に他の例による止め弁の流体流路閉塞時の断面図、

第7図は更に他の例による止め弁の流体流路閉塞時の断面図、

第8図は同流体流路開口時の断面図、

第9図は逆止弁と止め弁との機能を併せ持つ弁装置の断面図、

第10図はリリーフ弁の断面図、

第11図は第9図、第10図の電気的接続を示

す概略回路図、

第12図は圧力調整弁の断面図、

第13図は第12図の電気的接続を示す概略回路図、

第14A図、第14B図、第14C図及び第14D図は、夫々の他の例による可動弁体と磁石体との位置関係を示す概略断面図、

第15図はCVD装置のガス導通路に各種弁装置を配した例の概略図

である。

第16図、第17図、第18図、第19図及び第20図は、夫々従来の弁装置の断面図である。

なお図面に示された符号において

1A 1B、1C、1D、1E、1F、
………止め弁

1G ………止め弁兼用の逆止弁

1H ………リリーフ弁

1I ………圧力調整弁

2 ………弁装置本体

2a ………大径部

2b、2c ………小径部

2d ………弁座部

3 ………可動弁体

3a ………可動弁体の弁座部への接当面

3b ………環状突部

4 ………ガイド

5 ………ストッパー

6、7 ………電磁石

8 ………導線

11 ………コイルばね

12、29A、29B、29C、29D、
………永久磁石

20、21 ………圧力センサ

22 ………変換器

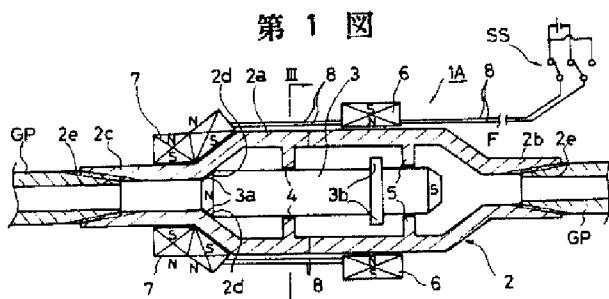
23、SS ………スイッチ

27 ………反応管

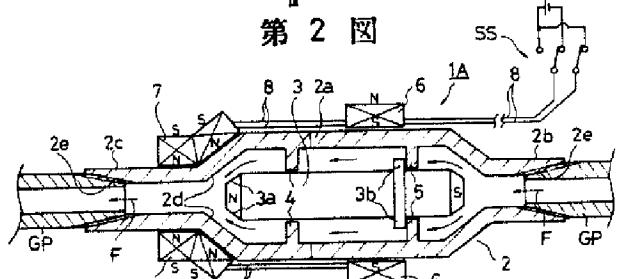
F、F₁、F₂ ………流体

W ………被処理物 (ウエハ)

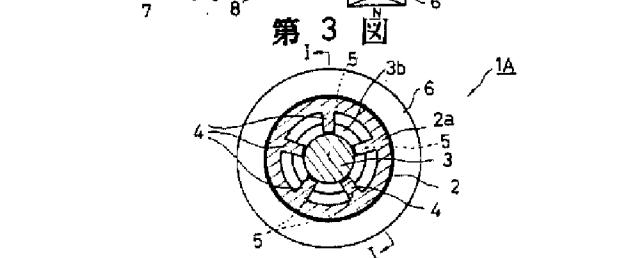
である。



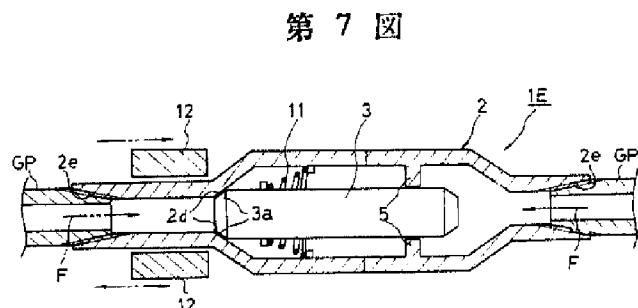
第1図



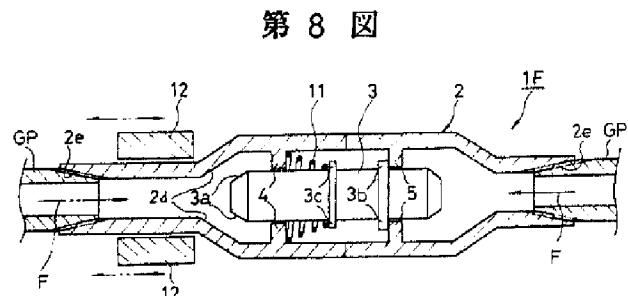
第2図



第3図

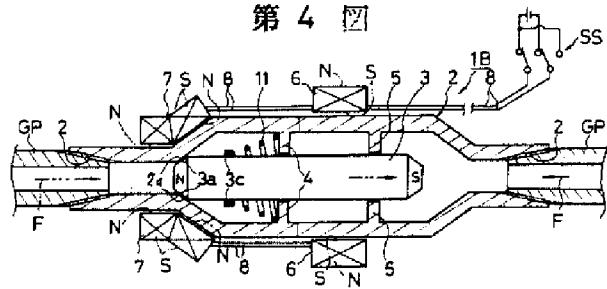


第7図

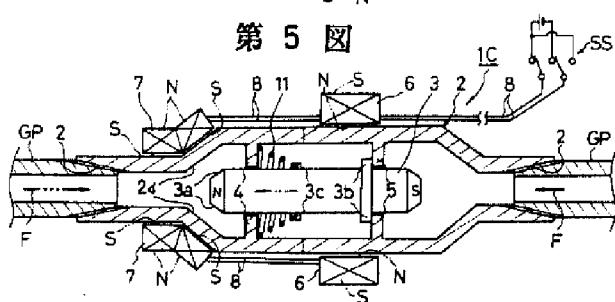


第8図

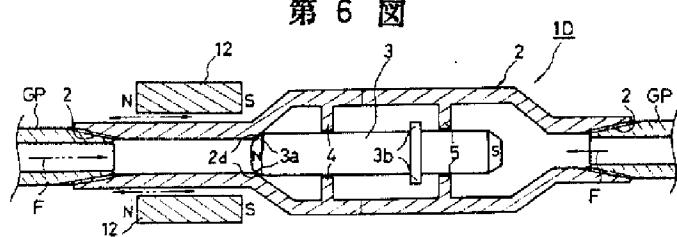
第4図



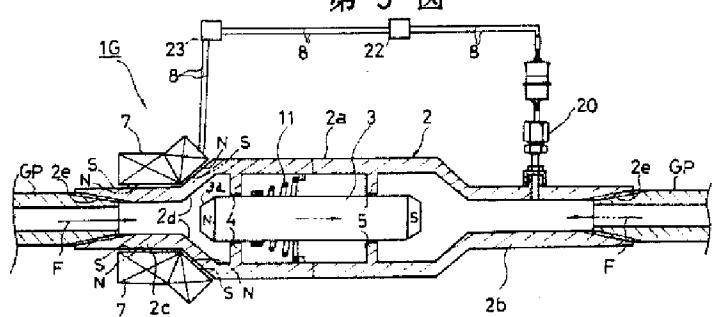
第5図



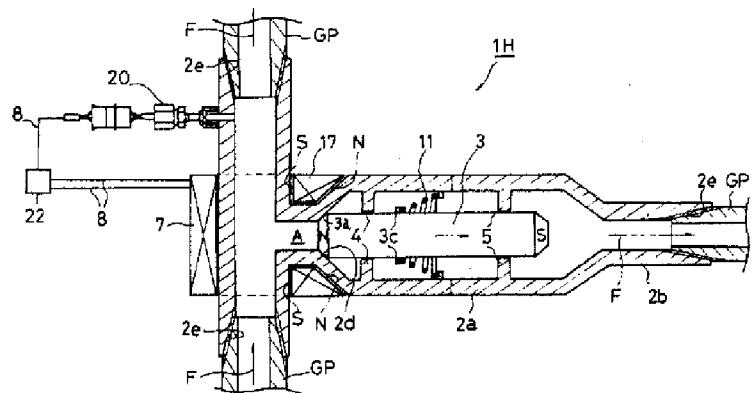
第6図



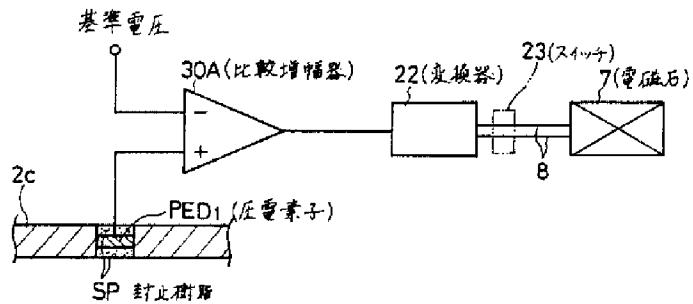
第9図



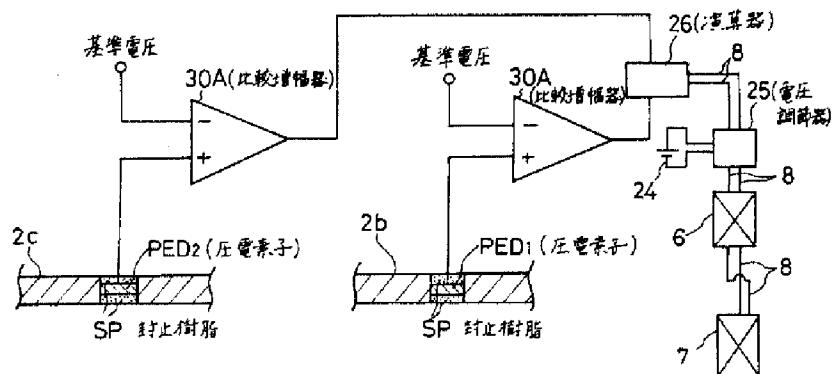
第10図



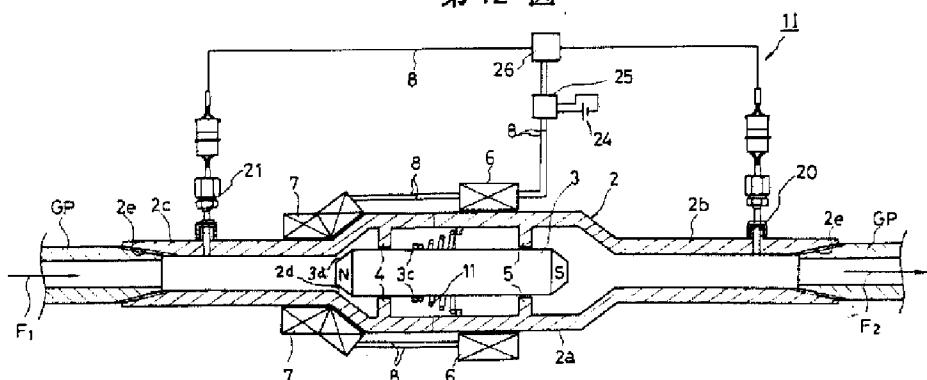
第 11 図



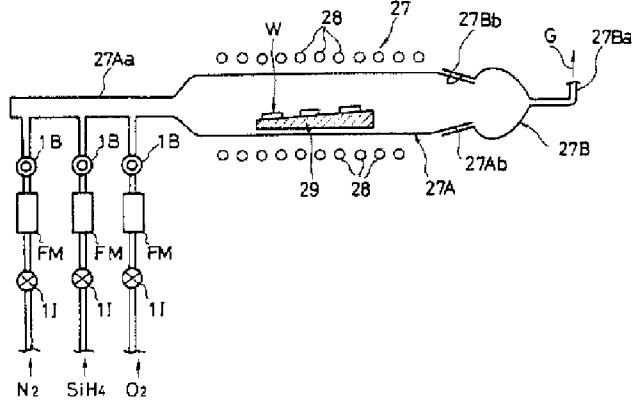
第13図



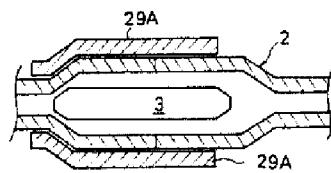
第12回



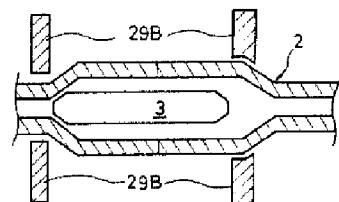
第 15 図



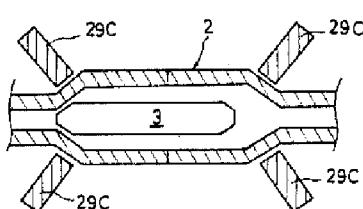
第14A図



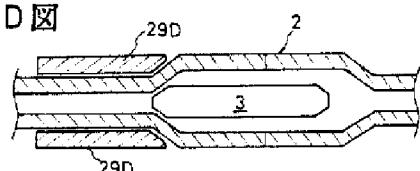
第14B図



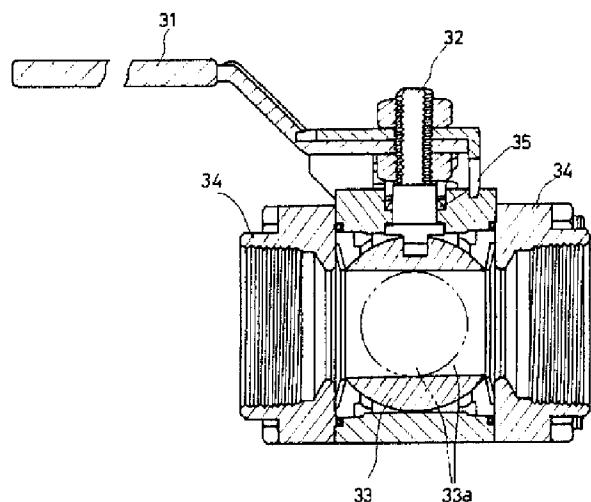
第14C図



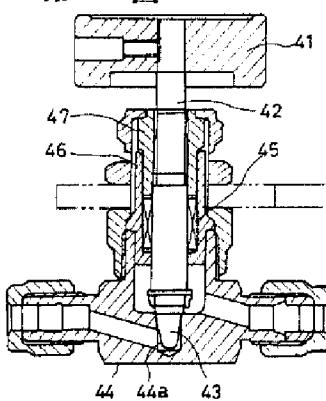
第14D図



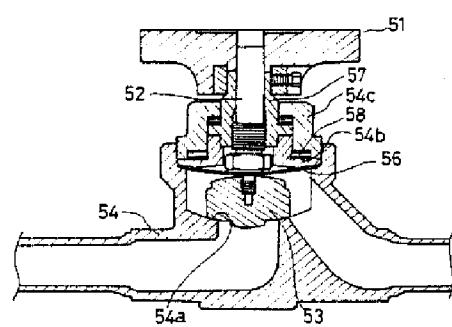
第16図



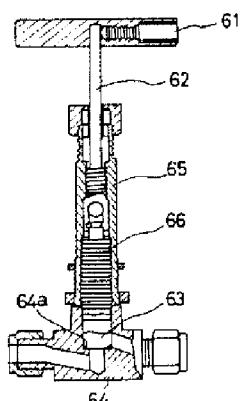
第17図



第18図



第19図



第20図

